

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Dynamic power regulation system for vehicle electric drive unit - regulates power output delivered by fuel cell using correction of oxidant mass flow rate

Patent Number: DE4322765

Publication date: 1994-06-16

Inventor(s): LORENZ HELMUT (DE); NOREIKAT KARL-ERNST DIPL ING (DE); KLAIBER THOMAS DIPL ING (DE); FLECK WOLFRAM (DE); SONNTAG JOSEF (DE); HORNBERG GERALD (DE); GAULHOFER ANDREAS (DE)

Applicant(s):: DAIMLER BENZ AG (DE)

Requested Patent: ☐ DE4322765

Application Number: DE19934322765 19930708

Priority Number(s): DE19934322765 19930708

IPC

Classification: B60L11/18 ; B60L15/00 ; B60K26/00 ; H01M8/04 ; B60R16/04

EC

Classification: B60R16/02B4, H01M8/04C2, B60L11/18R

Equivalents: ☐ EP0633157, B1, JP2890098B2, ☐ JP7075214

Abstract

The regulation system is used for an electric drive unit (17) supplied from a fuel cell (1) on board the vehicle, the power obtained from the fuel cell adjusted by regulating the oxidant mass flow rate.

Preferably a required power signal is supplied in dependence on the depression of the vehicle accelerator pedal, the corresponding mass flow rate compared with the actual mass flow rate via a regulating circuit, for correcting the detected difference between them.

ADVANTAGE - Provides optimal utilisation of available electrical power.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑩ DE 43 22 765 C 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 60 L 11/18
B 60 L 15/00
B 60 K 26/00
H 01 M 8/04
B 60 R 16/04

②1 Aktenzeichen: P 43 22 765.1-32
②2 Anmeldetag: 8. 7. 93
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 6. 94

DE 43 22 765 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

⑦2 Erfinder:

Lorenz, Helmut, 72669 Unterensingen, DE; Noreikat,
Karl-Ernst, Dipl.-Ing., 73733 Esslingen, DE; Klaib r,
Thomas, Dipl.-Ing., 71384 Weinstadt, DE; Fleck,
Wolfram, 88048 Friedrichshafen, DE; Sonntag,
Josef, 89257 Illertissen, DE; Hornburg, Gerald, 88069
Tettngang, DE; Gaulhofer, Andreas, 88682 Salem, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

US-Z: AGARWALL, P.D.: »The GM
High-Performance Induction Motor Drive System«
in: IEEE Transactionon Power Apparatur and
Systems» Vol. PAS-88, Nr. 2, Febr. 1969, S. 86-93;

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur dynamischen Leistungsregelung für ein Fahrzeug mit Brennstoffzelle

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Leistung einer elektrischen Antriebseinheit in einem Fahrzeug, die von einer im Fahrzeug angeordneten Brennstoffzelle mit elektrischer Energie versorgt wird. Ausgehend von einer Leistungsanforderung, die aus der Fahrpedalstellung ermittelt wird, wird der Luftmassenstrom, der zur Bereitstellung dieser Sollleistung seitens der Brennstoffzelle benötigt wird, berechnet und durch eine Regelung der Drehzahl eines in der Luftansaugleitung angeordneten Kompressor eingestellt. Um zu verhindern, daß die Brennstoffzelle mehr elektrische Leistung produziert, als die Antriebseinheit aufnehmen kann, kann die Antriebseinheit durch Aussenden entsprechender Fehlermeldungen begrenzend auf die Leistungsanforderung einwirken. Auf der anderen Seite wird der Leistungs-Sollwert, der der Antriebseinheit zugeführt wird, derart korrigiert, daß nie mehr als die von der Brennstoffzelle momentan erzeugte Leistung durch die Antriebseinheit angefordert wird. Dadurch kann ein Zusammenbrechen der Brennstoffzelle verhindert werden.

DE 43 22 765 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und einer Vorrichtung zur dynamischen Leistungsregelung für ein Fahrzeug mit Brennstoffzelle gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Aus einem Artikel von P. Agarwal in IEEE Transactions On Power Apparatus And Systems, 88 (1969) 2, S. 86—93 ist ein Fahrzeug bekannt, das von einem Elektromotor, der mit Hilfe von Brennstoffzellen mit elektrischer Energie versorgt wird, angetrieben wird. Zur Regelung der Leistung des Elektromotors und damit des Fahrzeugs wird vorgeschlagen, die von der Brennstoffzelle gelieferte feste Spannung mit Hilfe eines Spannungswandlers in Abhängigkeit von der Leistungsanforderung zu transformieren. Nachteilig bei diesem System ist der schlechte Wirkungsgrad im Teillastbereich.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem die Leistung eines Fahrzeugs mit Brennstoffzelle dynamisch und unter optimaler Ausnützung der erzeugten elektrischen Energie geregelt werden kann.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 8 löst. Weitere Vorteile und Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

Durch die Regelung der Fahrzeugleistung anhand des Oxydant-Massenstroms wird gewährleistet, daß unter allen Betriebsbedingungen die gesamte von der Brennstoffzelle bereitgestellte elektrische Energie der Antriebseinheit zugeführt und somit die eingesetzte Energie optimal genutzt wird. Zu diesem Zweck kann auch vorgesehen werden, daß der vorgegebene Leistungs-Sollwert in Abhängigkeit von Betriebsparametern begrenzt wird. Dadurch kann verhindert werden, daß die Brennstoffzelle mehr elektrische Energie erzeugt, als die Antriebseinheit momentan, beispielsweise wegen Überlastung, aufnehmen kann. Um zu verhindern, daß von der Antriebseinheit mehr elektrische Leistung angefordert wird, als die Brennstoffzelle momentan liefert, muß auf der anderen Seite natürlich auch der vom Fahrer an die Antriebseinheit übermittelte Sollwert korrigiert, beziehungsweise begrenzt werden. Die Anordnung eines Kompressors mit einstellbarer Drehzahl in der Oxydant-Ansaug-Leitung stellt eine einfache Möglichkeit für die Regelung des Oxydant-Massenstroms dar.

Die Erfindung ist nachstehend anhand einer Zeichnung näher beschrieben, wobei

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines in einem Fahrzeug angeordneten Brennstoffzellen-Systems und

Fig. 2 einen Strukturplan eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Leistungsregelung einer in einem Fahrzeug angeordneten Brennstoffzelle zeigt.

Der in Fig. 1 insgesamt mit 1 bezeichneten Brennstoffzelle wird über eine erste Zuleitung 2, in der ein Ventil 3 und ein Druckregler 4 angeordnet sind, ein Brennmittel, beispielsweise Wasserstoffgas, zugeführt. Über eine zweite Zuleitung 5, in der ein Luftfilter 6, ein Luftmassenmesser 7 und ein Kompressor 8 angeordnet sind, wird der Brennstoffzelle 1 außerdem ein Oxydant, vorzugsweise Sauerstoff oder Umgebungsluft, zugeführt. In der Brennstoffzelle 1 wird der Brennstoff an der Anode oxydiert, das Oxydant wird an der Kathode reduziert. Bei dieser elektrochemischen Reaktion entsteht zwischen den beiden Elektroden eine Spannung. Durch Parallel- beziehungsweise Hintereinanderschaltung vieler solcher Zellen zu einem sogenannten Stack können

Spannungen und Stromstärken erreicht werden, die zum Antrieb eines Fahrzeugs ausreichen.

Zum Antrieb des Kompressors 8 ist ein Anlassermotor 9 und ein Elektromotor 10 vorgesehen. Zum Start der Brennstoffzelle 1 wird der Anlassermotor 9 von einer nicht dargestellten 12V-Starter-Batterie mit Strom versorgt. Während des Normalbetriebs wird die zum Betrieb des Elektromotors 10 benötigte elektrische Energie dann von der Brennstoffzelle 1 selbst geliefert. Mit Hilfe eines Stromstellers 11, der von einer Steuereinheit 12 angesteuert wird, kann die Drehzahl n des Elektromotors 10 und somit auch des Kompressors 8 geregelt werden. Über die Drehzahl n des Kompressors 8 kann der Oxydant-Massenstrom \dot{m}_{ist} und damit die Leistung p_{BZ} der Brennstoffzelle 1 beeinflusst werden.

Das Abführen der Luft aus der Brennstoffzelle 1 erfolgt über eine erste Abström-Leitung 15. In dieser ersten Abström-Leitung 15 ist ein Druckregelventil 16 angeordnet, mit dessen Hilfe in der Brennstoffzelle 1 ein konstanter Betriebsdruck p aufrechterhalten wird. Um eventuelle Ablagerungen oder Verunreinigungen des Wasserstoffgases aus der Brennstoffzelle 1 entfernen zu können, ist eine zweite Abström-Leitung 13, in der ein sogenanntes Purge-Ventil 14 angeordnet ist, vorgesehen. Zum Antrieb des Fahrzeugs ist eine Antriebseinheit 17, bestehend aus einem zweiten Stromsteller 18 und einem Elektromotor 19, vorgesehen.

Die Steuereinheit 12 erhält über elektrische Leitungen Informationen über den momentanen Istwert \dot{m}_{ist} des Oxydant-Massenstroms bzw. des Luftmassenstroms, den Betriebszustand der Antriebseinheit und über die von der Brennstoffzelle 1 erzeugte Spannung U und den entsprechenden Strom I . Diese Informationen werden in der Steuereinheit 12 verarbeitet und daraus Stellensignale für die Stromsteller 11 und 18, die Ventile 3 und 14 und den Anlassermotor 9 erzeugt, die wiederum über entsprechende Leitungen an die einzelnen Komponenten übermittelt werden.

Nachfolgend ist anhand der Fig. 2 ein Verfahren zur dynamischen Leistungsregelung für Brennstoffzellen in Fahrzeugen beschrieben. Hierbei wird aus der Fahrpedalstellung FP , über die der Fahrer seinen Leistungswunsch anfordern kann, zum einen die Leistung der Brennstoffzelle 1 über eine Regelung des Luftmassenstroms \dot{m}_{ist} gesteuert und zum anderen die maximale elektrische Leistung P_{max} , die der Brennstoffzelle 1 für die Antriebseinheit 17 entzogen werden kann, berechnet. Die Leistung P_{max} ergibt sich dabei aus der Differenz zwischen der von der Brennstoffzelle 1 momentan erzeugten Leistung p_{BZ} und der für die Zusatzaggregate benötigten Leistung p_{ZA} .

In Block 20 wird aus der Fahrpedalstellung FP über ein Kennfeld die vom Fahrer angeforderte Leistung P_{soll} ermittelt. Um zu verhindern, daß die Brennstoffzelle 1 mehr elektrische Leistung p_{BZ} produziert, als die Antriebseinheit 17 momentan aufnehmen kann, wird in Block 21 bei Vorliegen entsprechender Fehlermeldungen der Antriebseinheit 17 der Leistungs-Sollwert p_{soll} begrenzt. Anschließend wird in Block 22 anhand eines weiteren Kennfeldes aus dem Leistungs-Sollwert p_{soll} ein Sollwert für den benötigten Luftmassenstrom \dot{m}_{soll} ermittelt. In der Vergleichsstelle 23 wird dann der Sollwert für den Luftmassenstrom \dot{m}_{soll} mit dem zugehörigen Istwert \dot{m}_{ist} , der mit Hilfe eines Hitzdraht-Luftmassenmessers 7 gemessen wird, verglichen. Das Vergleichsergebnis wird einem PI-Regler 24 zugeführt, mit dessen Hilfe die Differenz $\Delta \dot{m}$ zwischen dem Sollwert \dot{m}_{soll} und dem Istwert \dot{m}_{ist} für den Luftmassenstrom auf

Null geregelt wird. Aus dem neuen Wert für den Luftmassenstrom wird dann in Block 25 anhand einer weiteren Kennlinie die Drehzahl n ermittelt, bei der der Kompressor 8 den entsprechenden Luftmassenstrom liefert. Diese Drehzahl n wird dann anschließend mittels eines Stromstellers 11 am Kompressor 8 eingestellt.

Um zu verhindern, daß die Antriebseinheit 17 mehr Leistung von der Brennstoffzelle 1 anfordert, als diese momentan liefern kann, wird der Antriebseinheit 17 nicht die im Block 20 aus der Fahrpedalstellung FP ermittelte Leistungsanforderung p_{soll} zugeführt, sondern ein korrigierter Leistungswert p_{korr} . Dieser korrigierte Leistungs-Sollwert p_{korr} wird in den Blöcken 28 und 29 ermittelt. Und zwar wird in Block 28 aus dem tatsächlich gemessenen Luftmassenstrom \dot{m}_{ist} anhand einer Kennlinie die tatsächliche Leistung p_{max} , die die Brennstoffzelle 1 bei diesem Luftmassenstrom \dot{m}_{ist} abgeben kann, ermittelt. Dabei wird das Kennfeld so gewählt, daß die tatsächliche Leistung p_{max} soweit unter der maximalen Leistung der Brennstoffzelle p_{BZ} liegt, daß ein Zusammenbrechen der Brennstoffzelle 1 sicher verhindert werden kann. Entsprechend wird in Block 29 mit Hilfe eines Kennfeldes aus der Temperatur T der Brennstoffzelle 1 die tatsächlich lieferbare elektrische Leistung p_r ermittelt. Die in den Blöcken 28 und 29 ermittelten tatsächlich lieferbaren Leistungen p_{max} und p_r werden miteinander verglichen und der niedrigere Wert der Antriebseinheit 17 als korrigierter Leistungs-Sollwert p_{korr} zugeführt.

Das Verfahren arbeitet prinzipiell also so, daß in der Brennstoffzelle 1 immer gerade die zum Bereitstellen der vom Fahrer angeforderten Fahrleistung p_{soll} erforderliche elektrische Leistung erzeugt wird. Die Leistung p_{BZ} der Brennstoffzelle 1 wird hierbei durch eine Regelung der Kompressor-Drehzahl n und damit des Luftmassenstroms \dot{m}_{ist} erreicht. Zusätzlich sind aber noch zwei Sicherungen in das Verfahren eingebaut. Zum einen wird durch eine Begrenzung der angeforderten Leistung p_{soll} in Block 21 verhindert, daß die Brennstoffzelle 1 mehr elektrische Leistung erzeugt, als die Antriebseinheit 17 momentan aufnehmen kann. Beispielsweise sendet die Antriebseinheit 17 bei Überhitzung, bei Überdrehzahlen oder beim Auftreten von anderen Funktionsstörungen entsprechende Fehlersignale an den Block 21.

Zum anderen verhindert die Korrektur der angeforderten Leistung in Block 28 und 29, daß die Antriebseinheit 17 mehr Leistung aufnimmt, als die Brennstoffzelle 1 momentan liefern kann. Um ein Zusammenbrechen der Brennstoffzelle 1 zu verhindern wird der Antriebseinheit 17 also gegebenenfalls eine reduzierte Leistungsanforderung p_{korr} vorgetäuscht. Dieser Fall tritt vor allem bei einem schlagartigen Niederdrücken des Fahrpedals auf. Die Brennstoffzelle 1 kann in diesem Fall nicht sofort soviel elektrische Leistung liefern, wie die Antriebseinheit 17 zum Bereitstellen der angeforderten Fahrleistung p_{soll} benötigen würde. In der verbleibenden Zeit, bis die Brennstoffzelle 1 die geforderte Leistung p_{soll} liefern kann, wird der Antriebseinheit 17 ein Fahrerwunsch p_{korr} vorgetäuscht, der der momentan maximal lieferbaren Leistung p_{max} entspricht. Die Antriebseinheit 17 wird dadurch immer entlang der maximal lieferbaren elektrischen Leistung p_{max} an die tatsächlich vom Fahrer gewünschte Leistung p_{soll} herangeführt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur dynamischen Regelung der Leistung einer elektrischen Antriebseinheit eines Fahrzeugs, die von einer im Fahrzeug angeordneten Brennstoffzelle mit elektrischer Energie versorgt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrischen Antriebseinheit (17) jeweils die maximal von der Brennstoffzelle (1) zur Verfügung gestellte elektrische Leistung (p_{max}) zugeführt wird und daß die von der Brennstoffzelle (1) erzeugte Leistung (p_{BZ}) durch Regelung des Oxydant-Massenstroms (\dot{m}_{ist}) eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1; dadurch gekennzeichnet, daß aus der Fahrpedalstellung (FP) ein Leistungs-Sollwert (p_{soll}) ermittelt wird, daß der Oxydant-Massenstrom (\dot{m}_{soll}), den die Brennstoffzelle (1) zur Erzeugung des Leistungs-Sollwertes (p_{soll}) benötigt, ermittelt und einer Vergleichsstelle (23) eines Regelkreises als Sollwert zugeführt wird, daß der momentan strömende Oxydant-Massenstrom (\dot{m}_{ist}) ermittelt und der Vergleichsstelle (23) des Regelkreises als Istwert zugeführt wird, und daß die Vergleichsstelle (23) aus der Differenz zwischen dem Massenstrom-Sollwert (\dot{m}_{soll}) und dem Massenstrom-Istwert (\dot{m}_{ist}) einen Differenzmassenstrom ($\Delta \dot{m}$) bestimmt, der auf Null geregelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Oxydant-Massenstrom (\dot{m}_{ist}) durch Steuerung der Drehzahl (n) eines in seiner Zuleitung (zweite Zuleitung (5)) angeordneten Kompressors (8) geregelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoffzelle (1) über die zweite Zuleitung (5) Umgebungsluft als Oxydant bereitgestellt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aus der Fahrpedalstellung (FP) ermittelte Leistungs-Sollwert (p_{soll}) in Abhängigkeit von Betriebsparametern begrenzt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebseinheit (17) ein korrigierter Leistungs-Sollwert (p_{korr}), der aus dem Istwert (\dot{m}_{ist}) des Luftmassenstroms ermittelt wird, bereitgestellt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der korrigierte Leistungs-Sollwert (p_{korr}) in Abhängigkeit von Betriebsparametern ermittelt wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei der Brennstoffzelle (1) über eine erste Zuleitung (2) Brennstoff und über eine zweite Zuleitung (5) Umgebungsluft zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Zuleitung (5) ein Kompressor (8) mit einstellbarer Drehzahl (n) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

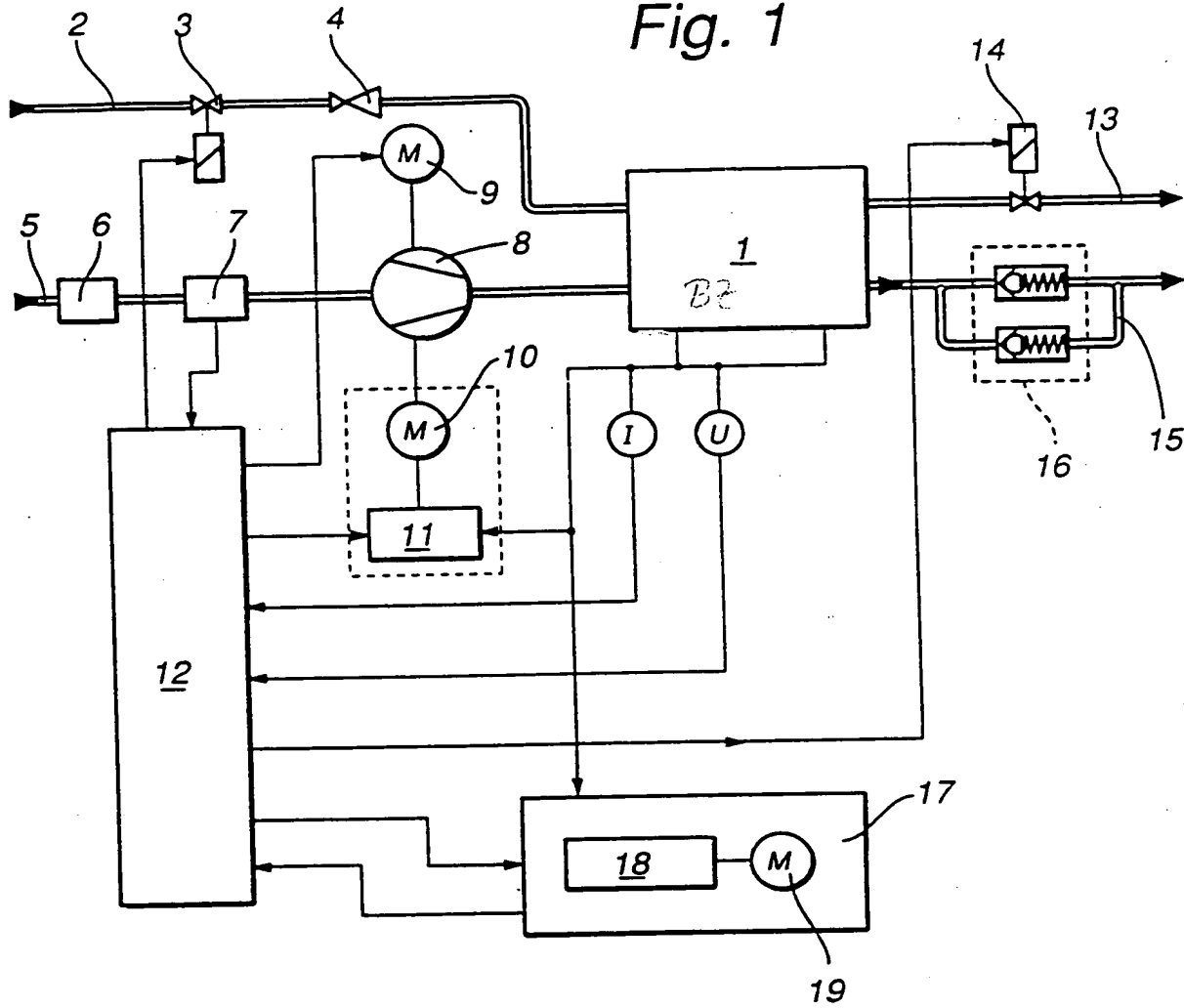


Fig. 2

